

## 1.UVOD

Čovjek je jedina vrsta iz životinjskog carstva koja teži tome da prilagodi okoliš svojim potrebama. U skladu s tim, razvijao je i razvio principe uzgoja biljaka i životinja te principe čuvanja, prerade i proizvodnje navedenog u namirnice prijeko potrebe za prehranu današnjeg stanovništva. Međutim, u prirodi, kako biljke a tako i životinje, nikada ne dolaze same, već su uvijek i u različitim količinama na njima ili u. Iako su neophodni, mnogi mikrobi ipak smetaju kako čovjeku, tako i biljkama i životinjama na način da uzrokuju kvarenje hrane međutim jednako tako izvor su i mnogih bolesti protiv kojih se čovjek nastoji boriti korištenjem različitih sustava zaštite, preventive ili liječenja simptoma, a u konačnici i same bolesti. Iz navedenog slijedi činjenica da ćemo ako poznajemo tipove mikroba koji su povezani s namirnicama u prirodnom stanju, moći predvidjeti općenite tipove mikroba koji se mogu očekivati na tim osobitim prehrambenim proizvodima (bilo da se radi o prerađenim ili neprerađenim oblicima) u kasnijim stadijima uz različite varijacije u pojavi istih ili novih skupina mikroba.

## 2. Bakterije uzročnici kvarenja namirnica

Da bi smo bili u mogućnosti predvidjeti pojavu odgovarajućih mikroba koji su svojstveni ili zajednički određenim namirnicama, a tako i boriti se protiv istih bilo preventivom ili nakon kontaminacije, moramo poznavati uvjete u kojima se mikrobi javljaju u većem ili manjem broju te općenitu raspodjelu bakterija u prirodi i tipove mikroba koji su normalni prisutni u uvjetima u kojima se namirnice i krma dobivaju, odnosno u uvjetima skladištenja i rukovanja njima. Također, potrebno je znati koji su mikrobi s određenom namirnicom povezani u njenom prirodnom stanju, a koji od prisutnih mikroba nisu normalna flora za tu posebnu namirnicu. Kada govorimo o uvjetima okoline u kojima se mikrobi javljaju postoje izvjesni parametri koji utječu na njihov rast, preživljavanje i uginanje u namirnicama. Tako razlikujemo **vanjske i unutarnje parametre**.

### Vanjski parametri:

1. Temperatura uskladištenja,
2. Relativna vlažnost okoliša,
3. Prisutnost i koncentracija plinova u okolišu,
4. Osmotski i hidrostatski tlak,
5. Prisutnost i djelovanje drugih mikroba.

**1. Temperatura** - kao vanjski parametar bitna je jer mikrobne stanice rastu unutar potpuno određenog raspona temperature rasta. Taj raspon određen je minimalnom temperaturom ispod koje su stanice metabolički neaktivne i maksimalnom temperaturom iznad koje stanice ne rastu. Razlikujemo **psihrofilne** - bakterije koje najbolju rastu pri nižim temperaturama rodovi - *Pseudomonas* i *Enterococcus*, **mezofilne** (najveći broj mikroba koji dolaze u namirnicama) - bakterije koje se brže razmnožavaju pri srednjim temperaturama rodovi *Escherichia*, *Salmonella*,

*Staphylococcus*, *Clostridium* te **termofilne** - bakterije koje najviše rastu pri temperaturama višim od 40°C rodovi *Bacillus* i *Clostridium*.

**2. Relativna vlažnost okoliša u RH** - iznimno je važna za određivanje  $a_w$ -vrijednosti tj. aktiviteta vode u namirnicama (ako je RH 90%,  $a_w$  iznosi 0,9). Ako se namirnice s malim  $a_w$ -vrijednostima stave u okoliš visoke RH one namiču vodu sve dok se ne uspostavi ravnoteža i obrnuto. RH je povezana s temperaturom, tj. što je viša temperatura to je RH niža.

**3. Prisutnost i koncentracija plinova u okolišu** - odnosi se na prisutnost i koncentraciju kisika, ugljičnog dioksida i ozona. S obzirom na potrebe za kisikom razlikujemo **aerobne mikrobe** i **anaerobne mikrobe** te različite varijacije istih. Aerobni mikrobi za svoj rast i razvoj trebaju kisik i to je većina mezofilnih mikroba koji rastu na površini namirnica jer je tamo i najviše kisika. Anaerobni mikrobi ne mogu upotrebljavati slobodan kisik, ali imaju različite stupnjeve tolerancije prema njemu.

**4. Osmotski i hidrostatski tlak** - osmotski tlak utječe na rast mikroba kada voda prodire u mikrobne stanice kroz stanične membrane. Hidrostatski tlak jest tlak koji nastaje zbog težine tekućine, a prisutan je u prirodi dubinama mora i oceana. Izlaganje tom tlaku u rasponu od 200 atm do 600 atm potpuno inhibira ili ubija velik broj bakterija.

**5. Prisutnost i djelovanje drugih mikroba** - dolazi do međusobnog uništavanja mikroba ili inhibicije rasta bilo da se radi o natjecanju za nutrijente, o mjestu pričvršćivanja ili adheziji, prikazivanju okoliša nepovoljnim te kombinaciji opisanih mehanizama. Npr. antagonizam mliječne kiseline - bakterije mliječne kiseline npr. *Lactobacillus reuteri* tzv. *zaštitna kultura*, ubijaju ili inhibiraju rast i razmnožavanje srodnih bakterija i onih koje uzrokuju kvarenje i otrovanje namirnica.

**Unutarnji parametri** (Parametri koji su neodvojivi od namirnica i koji su bitan dio biljnih i životinjskih tkiva):

**1. pH-vrijednost,**

**2. sadržaj vode ( $a_w$ -vrijednost),**

**3. oksidacijsko-redukcijski potencijal (Eh),**

**4. sadržaj nutrijenata,**

**5. antimikrobne zapreke,**

**6. biološke strukture.**

**1. pH-vrijednost** - prebivališta na kopnu i u vodama međusobno se razlikuju po kiselosti i lužnatosti, što je određeno prema tipovima i količini različitih minerala i mikrobiološkom aktivnošću. Prema kiselosti i lužnatosti ( $\text{pH} = \text{negativni logaritam koncentracije vodikovih iona u otopini}$ ,  $\text{pH}=7$  neutralna otopina) mikrobe možemo podijeliti na **neutrofilne** (neutralna sredina), **acidofilne** (vole kiselu sredinu), **alkalofilne** (vole alkaličnu sredinu). Minimalni pH za bakterije smatra se da je 3,5.

**2. Sadržaj vode (aw-vrijednost, water activity) ili zahtjev mikroba za vodom** - Voda je osnovno otapalo i nužna je za svaku reakciju u živom sustavu pa na taj način utječe na rast i razmnožavanje mikroba. Mikrobi se obilato razmnožavaju pri povišenju aw-vrijednosti od približno 0,6 pa na više. Iz tog razloga, jedan od najstarijih postupaka čuvanja namirnica jest sušenje ili dehidracija.

**3. Oksidacijsko-redukcijski potencijal (Eh)** - jedna od bitnih stavki pomoću kojih se utvrđuje kontaminacija mikrobima je redoks potencijal namirnica **Eh**. Hrana koja je izložena aeriranim uvjetima ili stoji na zraku ima pozitivan redoks potencijal tj. oksidirana je u prisustvu kisika što odgovara aerobnim mikrobima koji ju reduciraju npr. rod *Bacillus*. Ukoliko se hrana nalazi u uvjetima u kojima nema kisika ili ga ima vrlo malo u samom tkivu, tada je redoks potencijal hrane negativniji i tu djeluju anaerobni mikrobi koji tu istu namirnicu oksidiraju u svojim procesima razgradnje npr. rod *Clostridium*.

**4. Sadržaj nutrijenata** - za normalan rast i razvoj te održanje istog, mikrobi zahtijevaju vodu. izvor energije, izvor dušika, vitamine i ostale faktore rasta te minerale.

**5. Antimikrobne zapreke** - prijeko potrebni minerali koje mikrobi dobivaju razgradnjom namirnica koriste se u svrhu biosinteze staničnih makromolekula stanica mikroba. Općenito, ukoliko neki od nutrijenata nije dovoljno zastupljen u hrani koju mikrobi koriste, nedostatak istog će djelovati inhibitory na određene reakcije te na taj način onemogućiti rast mikrobne populacije.

**6. Biološke strukture** - najveći dio stanične mase mikroba predstavlja voda sa svojih 80-90% udjela u ukupno staničnoj masi. Ostatak tvari, čvrste tvari predstavljaju makro i mikroelementi koji sudjeluju u izgradnji mikrobnog organizma.

## **2.1. Primarni izvori mikroorganizama koji dolaze u namirnicama**

Kada govorimo o primarnim izvorima mikroba koji dolaze u namirnicama, to se prvenstveno odnosi na okoliš u kojem mikrobi obitavaju i iz kojeg se prenose na namirnice. Opće poznata činjenica je da su mikrobi svuda oko nas, kako u aerosolu (ukoliko je izrazita relativna vlažnost zraka - bakterije) tako i u tlu i u vodama općenito na svemu što je dio okoliša. Međutim njihova koncentracija nije svugdje i uvijek ista kao što nisu ni tipovi mikroba koji nastanjuju određena područja. Sastav i koncentracija mikrobne populacije ovisi o mnogim uvjetima koji su opisani u tekstu ranije, a također i o načinu rukovanja namirnicama pri samom uzgoju, pri preradi i u fazi čuvanja gdje nam je prioritet te iste namirnice očuvati što duže i održati pri tome njihovu kvalitetu koliko god je moguće. Da bi se kvaliteta i trajnost namirnica što duže očuvala, moramo poznavati zakonitosti koje vladaju u prirodi i navedene uvjete rasta i razmnožavanja mikroba koji su prisutni u našem okolišu kao i načine kako adekvatno smanjiti populacije istih. Iz navedenih razloga potrebno je za svaki tip namirnice koja se koristi u ljudskoj ishrani, a tako i u ishrani životinja te biljaka u njihovom prirodnom ili prerađenom obliku, znati podrijetlo mikroba kao i staništa istih koji kontaminiraju izvjesne namirnice u odgovarajućim uvjetima.

Primarne izvore kontaminacije promatrat ćemo s aspekta sljedećih namirnica u njihovom prirodnom obliku i prerađenom, tj. kao gotovog proizvoda;

- 1. Podrijetlo mikroflore u crvenom mesu,**
- 2. Podrijetlo mikroflore u mesu peradi i gotovom proizvodu,**
- 3. Podrijetlo mikroflore "hrane iz mora"- ribe, rakovi i školjke,**
- 4. Podrijetlo mikroflore na povrću i proizvodima od povrća,**
- 5. Podrijetlo mikroflore na voću u voćnim proizvodima,**
- 6. Podrijetlo mikroflore na žitaricama i proizvodima od žitarica,**
- 7. Podrijetlo mikroflore na mahunarkama, orašastim plodovima i uljaricama,**
- 8. Podrijetlo mikroflore u mlijeku i mliječnim proizvodima.**

### **1. Podrijetlo mikroflore u crvenom mesu**

Visoki aktivitet vode i obilje hranjivih tvari čini meso izvanrednim supstratom za mikrobnii rast. Pri tome, veliku ulogu igra sadržaj ugljikohidrata u samom mesu tj. sadržaj glikogena koji se pojačano razgrađuje nakon prestanka životnih funkcija životinje. Razgradnjom glikogena nastaju izvjesne količine mliječne kiseline te pH mesa pada kao i redoks potencijal. Nakon što se glikogen potroši, pH mesa raste kao i redoks potencijal koji postaje pozitivan i izvrstan je supstrat za razvoj aerobnih mikroba. Kada govorimo o podrijetlu mikroflore, velika količina bakterija nalaze se na koži, dlaci i u probavnom sustavu životinja crvenog mesa. Od mikroba koje nalazimo na koži razlikujemo vrste rodova *Staphylococcus*, *Micrococcus* i *Pseudomonas*, kvasce i plijesni, a također vrste podrijetlom iz fekalne tvari i samog tla.

Općenito smatra se da najviše bakterija na crvenom mesu potječe s kože. U početku, površina ispod kože kao i sama utroba, sterilne su međutim kada započnu procesi obrade mesa, te iste bakterije unose se u meso rezanjem i komadanjem mesa ili uklanjanjem kože gdje je to potrebno. Jedna od mjera sprečavanja kontaminacije je zamrzavanje mesa što vrijedi za borbu protiv mezofilnih mikroba međutim ostavlja prostor za rad psihrofilnih ili psihrotrofa koji su

aktivni na niskim temperaturama. Od početne mikroflore koju nalazimo na crvenom mesu prisutni su rodovi *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Enterococcus* te rodovi *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Micrococcus*, *Bacillus*, te *Moraxella*, *Acinetobacter* ili *Brochothrix thermosphacta*. Tijekom uskladištenja u anaerobnim uvjetima u vakuumu i MA (modificirana atmosfera), zaustavlja se rad aerobne mikroflore kada funkciju razgradnje, putrefakcije (razgradnja proteina enzimima proteazama) preuzimaju anaerobi i to bakterije mliječne kiseline te *Brochothrix thermosphacta* i/ili *Clostridium laramie*.



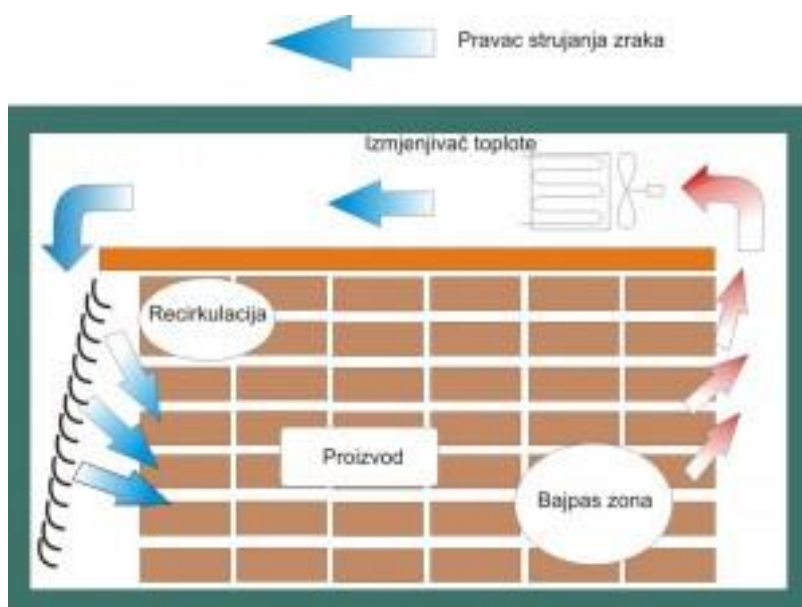
**Slika 1. Hlađenje mesa u hladnjači**

Izvor: <http://zelenenovine.wordpress.com/organska-poljoprivreda/jedemo-meso-staro-10-godina/>

## **2. Podrijetlo mikroflore u mesu peradi**

Kao i kod ostalih životinja koje se uzgajaju radi mesa unutarnja tkiva peradi ne sadrže bakterije. Međutim perje ptičja koža noge i staništa na kojem obitavaju sadrže velik broj autohtonih mikroba, ali i mikroba podrijetlom iz slame iz nastambe, fecesa i dr. Iako su prisutni na koži, psihrotrofni mikrobi npr. rodovi *Acinetobacter* i *Moraxella* povezani su prvenstveno sa perjem. Kontaminacija ptica može se pojaviti i prilikom njihova prijevoza od peradarnika do klaonice i to prvenstveno putem fecesa. Lepršanje krilima također podiže oblake prašine te se

kontaminacija vrši u putem aerosola. Neki od mikroba podrijetlom su iz tla, ali i vode. U probavnom sustavu ptica velik je broj mikroba, a između ostalih i nekih patogenih mikroba kao što su vrste *Salmonella* i *Campylobacter*. Naročito opasno je kao i kod crvenog mesa, mljeveno meso koje je idealan supstrat za razvoj ovih patogena. U svakom slučaju, poželjno je meso što brže obraditi i staviti u uvjete hlađenja ili zamrzavanja. Inače mikrobi koji su zastupljeniji u uvjetima niske temperature jesu oni iz roda *Pseudomonas*, a zatim *Acinetobacter*, *Flavobacterium* i *Corynebacterium* nešto manje kvasci (*Candida*, *Rhodotorula* i *Torula*) i bakterije iz porodice *Enterobacteriaceae*.



**Slika 2. Prinudno hlađenje**

Izvor: <http://www.tehnologijahrane.com/wp-content/uploads/2010/12/Prinudno-hla%C4%91enje-air-blast-cooling-300x223.jpg>



### 3. Podrijetlo mikroflore "hrane iz mora"- ribe, rakovi i školjke

Na ribama i školjkašima iz umjereno toplih voda pojavljuju se bakterije iz rodova *Acinetobacter*, *Cytophaga*, *Flavobacterium*, *Moraxella*, *Pseudomonas*, *Shewanella* (*Alteromonas*) i *Vibrio* dok na ribama iz suptropskih i tropskih voda prevladavaju vrste roda *Bacillus*, *Corynebacterium* i *Micrococcus*. Postupak izlovljavanja uvelike može dodatno kontaminirati ribu prilikom lovljenja mrežama potragačama jer one zamućuju dno ili pritišću ribu pa se ona onečisti *fecesom*. Također, način rukovanja ulovljenom ribom može dodatno povećati mikrobnu populaciju. Što se tiče sastava bakterijske flore, to su pretežno gram-negativne vrste iz rodova *Pseudomonas*, *Shewanella*, *Psychrobacter*, *Vibrio*, *Flavobacterium* i *Cytophaga*, ali i neke Gram pozitivne bakterije kao *Corynebacterium* spp. i *Micrococcus* spp. Što se tiče kvarenja zamrznute ribe, ono se odvija u smjeru djelovanja psihrotrofnih gram-negativnih štapićastih bakterija i to *Shewanella putrefaciens* te *Pseudomonas* spp.

### 4. Podrijetlo mikroflore na povrću i proizvodima od povrća

Visoka pH-vrijednost većine vrsta povrća čini ga idealnim supstratom za kontaminaciju bakterijama npr. pektinolitičke gram-negativne bakterije iz rodova *Erwinia*, *Pseudomonas* i *Xanthomonas* (kod krumpira) i vrste iz roda *Clostridium*. Sve svježe ubrano povrće ima prirodnu površinsku mikrofloru koja uključuje i mali broj pektinolitičkih bakterija. Također neki od patogeni prirodno nastanjuju tlo pa se putem tla prenose na biljke i ukoliko povrće nije dobro očišćeno postoji vjerojatnost da se putem biljaka prenesu na čovjeka npr. patogen *Clostridium botulinum* ili *Salmonella* spp, *Shigella* spp., i to izravnom kontaminacijom porijeklom iz fecesa koji se nalazio u tlu, a samim tim i na ubranim plodovima.

Druga skupina patogeni prirodno povezana sa okolišem uključuje psihrotrofnu vrstu *Listeria monocytogenes* koja obitava u biljnom materijalu, u tlu, na životinjama, u otpadnoj vodi i mnogobrojnim okolišnim izvorima. S obzirom na način na koji se povrće pohranjuje, različit je i sastav mikroflore na plodovima pa tako u tim procesima sudjeluju bakterije iz rodova *Corynebacterium*, *Pseudomonas*, *Xanthomonas*. U preradi povrća, povećava se izravno dodirna površina povrća sa patogenima njegovim usitnjavanjem. Iz tog razloga, povrće koje se prerađuje, potrebno je termički obraditi i pohraniti na temperaturama smrzavanja u kontroliranoj atmosferi.

## 5. Podrijetlo mikroflore na voću i voćnim proizvodima

Izvori mikroba su identični onima kao kod povrća dakle, tlo, zrak, voda dakako i druge biljke koje se ne uzgajaju kao kultura tj. korovi koji su često izvor različitih patogena, međutim i štetočine koje prenose različite patogene ili oštećuju biljke i time omogućavaju brže infekcije na biljkama. Iako je u voću visok aktivitet vode, niska pH-vrijednost dovodi do kvarenja pri kojem prevladavaju gljivice tj. kvasci i plijesni te ponekad bakterije iz roda *Erwinia* koja uzrokuje truljenje plodova krušaka. Kod postupka prerade voća bitan je sadržaj ukoliko se proizvode sokovi ili džemovi jest šećer koji konzervira namirnicu tj. stvara se hipertonična otopina u kojoj u nedostatku kisika tj. ako je namirnica ispravno pripremljena, nije moguće kvarenje. Također u procesu sušenja voća, kada je  $a_w$  smanjen ne dolazi do pojave kvarenja jer niske  $a_w$ -vrijednosti inhibiraju razvoj bakterija. Kvarenje kod suhog voća ograničeno je na prisutnost osmofilnih kvasaca ili kserotolerantnih plijesni npr. *Zygosaccharomyces rouxii* i *Hanseniaspora*, *Candida*, *Debaryomyces* i *Pichia*.



Slika 3. Ormar za sušenje voća

Izvor: <https://themajka.com/susenje-voca-i-povrca-t1297.html>

## 6. Podrijetlo mikroflore na žitaricama i proizvodima od žitarica

Podrijetlo mikroflore na žitaricama je okoliš u kojem rastu tj. tlo, atmosfera, voda kao i različite korovne biljke i štetočine. U tijeku rasta, žetve i uskladištenja u mikrobiologiji žitarica prevladavaju plijesni. One dolaze na površini žitarica i mogu preživjeti čak i uvjete sušenja, to su rodovi *Cladosporium*, *Alternaria*, *Helminthosporium* i *Epicoccum*. Rod *Fusarium* uključuje vrste koje mogu imati patogeno i saprofitno djelovanje. U skladištu, plijesni su dobro prilagođene i rastu i pri niskim vrijednostima aw. Problem stvaranja plijesni prilikom čuvanja žitarica jest produkcija mikotoksina koji su štetni kako za zdravlje čovjeka tako i životinja. Mnoge biljke koje se koriste za ishranu stoke. silaža i sl. podliježu procesima fermentacije ukoliko se ne održava odgovarajuća temperatura i vlažnost u prostorima koji su za to predviđeni.

## 7. Podrijetlo mikroflore na mahunarkama, orašastim plodovima i uljaricama

Mikroflora na ovim namirnicama potječe također iz njihova okoliša. ove namirnice iz razloga što sadrže ulja, podliježu kontaminaciji lipolitičkim gljivicama, plijesnima iz rodova *Aspergillus* (*A.Niger*) *Penicillium* i *Paecilomyces* kod nižih aw-vrijednosti, a kod visokih i roda *Rhizopus*.

## 8. Podrijetlo mikroflore u mlijeku i mliječnim proizvodima

Primarni izvori kontaminacije mlijeka su redom neposredna okolina (tlo, voda, životinje, biljni materijal - trava, sijeno) koja kontaminira vime prilikom mužnje, također pribor za mužnju ili sam čovjek, te unutarjnost vimena. S obzirom da mlijeko ima visoki aktivitet vode, pH-vrijednost blizu neutralne i bogatstvo hranjivih tvari, ono je idealan supstrat za razvoj bakterija. Najčešće izolirane bakterije koje mogu prodrijeti u unutrašnjost vimene jesu mikrokoki, streptokoki te difteroid *Corynebacterium bovis*. Bakterije koje uzrokuju upalu vimena ili mastitis jesu *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* te *Corynebacterium pyogenes*. Također, povremeno se javljaju i *Listeria monocytogenes*, *Mycobacterium bovis* te *M. tuberculosis*.

Procesom pasterizacije u uvjetima valjano obavljene prerade, mlijeko može stajati u hladioniku i više od 10 dana. Sterilizacija ima jači učinak međutim smanjuje hranidbenu vrijednost mlijeka. Bakterije koje dolaze u mlijeku kako sirovom tako i pasteriziranom prvenstveno su aerobni Gram-negativni štapići iz porodice *Pseudomonadaceae* zatim *Enterobacteriaceae* uz povremeno prisutne predstavnike iz porodice *Neisseriaceae* te rodove *Flavobacterium* i *Alcaligenes*. Od sporotvornih bakterija koje kontaminiraju mlijeko razlikujemo *Bacillus ssp.* (*B. licheniformis*, *B. cereus*, *B. subtilis* i *B. megaterium*) koje su najčešće. Od ostalih pripadnika koji kontaminiraju mliječne proizvode javljaju se kvasci i plijesni jer oni dobro rastu čak i pri malim vrijednostima pH. Najčešće vrste plijesni jesu rodovi *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Mucor*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Geotrichum*.

## 2.2. Sveopći pregled rodova bakterija podrijetlom iz namirnica

**Tablica 1.** Rodovi bakterija koje se najčešće nalaze u mesu i mesu peradi

Rod	Reakcija po Gramu	Svježe meso	Svježa jetra	Peradi
<i>Acinetobacter</i>	-	Xx	X	Xx
<i>Aeromonas</i>	-	Xx		X
<i>Alcaligenes</i>	-	X	X	X
<i>Bacillus</i>	+	X		X
<i>Brochothrix</i>	+	X	X	X
<i>Campylobacter</i>	-			Xx
<i>Carnobacterium</i>	+	X		
<i>Citrobacter</i>	-	X		X

<i>Clostridium</i>	+	X		X
<i>Corynebacterium</i>	+	X	X	Xx
<i>Enterobacter</i>	-	X		X
<i>Enterococcus</i>	+	XX	X	X
<i>Escherichia</i>	-	X		X
<i>Flavobacterium</i>	-	X	X	X
<i>Hafnia</i>	-	X		
<i>Kocuria</i>	+	X	X	X
<i>Kurthia</i>	+	X		
<i>Lactococcus</i>	+	X		
<i>Lactobacillus</i>	+	X		
<i>Leuconostoc</i>	+	X	X	
<i>Listeria</i>	+	X		XX
<i>Microbacterium</i>	+	X		X
<i>Micrococcus</i>	+	X	XX	X
<i>Moraxella</i>	-	XX	X	X
<i>Paenibacillus</i>	+	X		X
<i>Pantonea</i>	-	X		X
<i>Pediococcus</i>	+	X		
<i>Proteus</i>	-	XX		XX
<i>Pseudomonas</i>	-	XX		X
<i>Psychrobacter</i>	-	X		X

<i>Salmonella</i>	-	X		X
<i>Serratia</i>	-	X		X
<i>Shewanella</i>	-	X		
<i>Staphylococcus</i>	+	X		X
<i>Vagococcus</i>	+		X	XX
<i>Weissella</i>	+	X	X	
<i>Yersinia</i>	-	X	X	

(Izvor: S. Duraković i suradnici: Moderna mikrobiologija namirnica: Osnove i dostignuća; knjiga druga. Kugler, Zagreb, 2001.)

**Tablica 2.** Rodovi bakterija koje se najčešće nalaze na svježoj i pokvarenoj ribi i ostaloj hrani iz mora.

Rod	Bojenje po Gramu	Relativno prevladavanje
<i>Acinetobacter</i>	-	X
<i>Alcaligenes</i>	-	X
<i>Bacillus</i>	-	X
<i>Corynebacterium</i>	+	X
<i>Enterobacter</i>	-	X
<i>Enterococcus</i>	+	X
<i>Escherichia</i>	-	X
<i>Flavobacterium</i>	-	X
<i>Lactobacillus</i>	+	X

<i>Listeria</i>	+	X
<i>Mycobacterium</i>	+	X
<i>Moraxella</i>	-	X
<i>Pseudomonas</i>	-	XX
<i>Psychrobacter</i>	-	X
<i>Shewanella</i>	-	XX
<i>Vibrio</i>	-	XX
<i>Weisella</i>	+	X

(Izvor: S. Duraković i suradnici: Moderna mikrobiologija namirnica: Osnove i dostignuća; knjiga druga. Kugler, Zagreb, 2001.)

- Rodovi koji uzrokuju bolesti su: *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Erwinia*, *Corynebacterium*, *Streptomyces*, *Agrobacterium* te fitoplazmoze *Mycoplasma*, *Spiroplasma*
- Rodovi koji uzrokuju kvarenje povrća su: *Corynebacterium*, *Pseudomonas*, *Erwinia*, *Streptomyces*, *Xanthomonas* (najviše štete čine na gomoljima krumpira).
- Rod bakterija koji uzrokuje truljenje voća jest rod *Erwinia*.
- Rodovi bakterija koji uzrokuju kvarenje mlijeka i mliječnih proizvoda
- Rodovi koji uzrokuju kvarenje sirovog i pasteuriziranog mlijeka su: aerobni gram-negativni štapići iz porodice *Pseudomonadaceae*, *Neisseriaceae* te rodovi *Flavobacterium*, *Alcaligenes*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Aerococcus*, *Staphylococcus* te predstavnici porodice *Enterobacteriaceae*.
- Rodovi fermentacijskih nesporogenih bakterija koji su odgovorni za kvarenje mlijeka i mliječnih proizvoda su: *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostac*, *Enterococcus*, *Pediococcus* te *Streptococcus*.

### 3. Najznačajniji rodovi bakterija

#### 3.1. *Enterobacter*

Rod je u koji ulaze vrste Gram-negativnih štapićastih bakterija, fakultativnih anaeroba koje pripadaju porodici *Enterobacteriaceae*. Nekoliko sojeva tih bakterija su patogeni i uzrokuju različite infekcije. Ubrajaju se u koliformne bakterije koje obitavaju u probavnom traktu životinja i ljudi, a nalazimo ih također i u tlu, vodi te mliječnim proizvodima. Od vrsta poznatije su: *Enterobacter aerogenes* i *Enterobacter cloacae*.



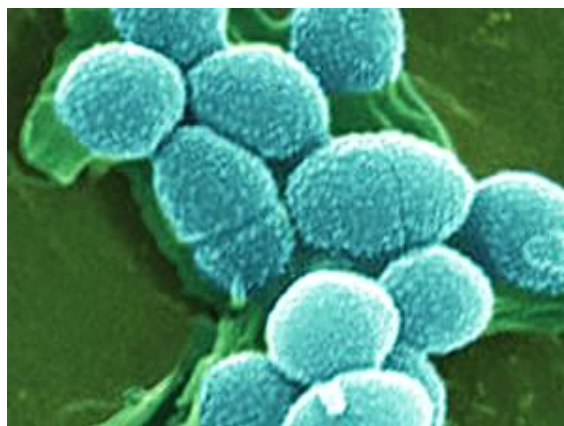
**Slika 4. *Enterobacter aerogenes***

Izvor: <http://www.microgen.ru/news/192/>

#### 3.2. *Enterococcus*

Rod je bakterija mliječne kiseline. Enterokoki su kuglaste Gram-pozitivne bakterije, fakultativni anaerobi koji su sposobni održati se u uvjetima sa malo i dovoljno kisika. Nesporogene su koliformne bakterije, podnose visoke temperature (do 45 stupnjeva), pH u rasponu od 4,5-10,0, a također podnose i više koncentracije NaCl. teško ih je razlikovati od streptokoka. Poznatije su dvije vrste koje nalazimo u probavnom traktu ljudi i životinja i to *E. Faecalis* i *E. faecium*. Kod životinja izazivaju različite infekcije, npr. kod krava mastitis.





**Slika 5. *Enterococcus* spp.**

Izvor: <http://www.oxid.com/CA/blue/press/press.asp?art=Y&arch=Y&pRef=PR0003&c=CA&lang=EN&yr=2008>

### **3.3. *Listeria***

Rod bakterija unutar kojeg poznajemo sedam vrsta: *L. graia*, *L. innocua*, *L. ivanovii*, *L. monocytogenes*, *L. murrayi*, *L. seeligeri* i *L. welshimeri*, a pripada porodici *Corynebacteriaceae*. *Listeria* spp. je Gram-pozitivan bacil. Nalazimo ju u tlu, na životinjama, na sirovom mesu i povrću, u pasteriziranom i sirovom mlijeku te mliječnim proizvodima. Raste na temperaturama od 4 - 37 °C Kod ljudi izaziva meningitis i sepsu te izuzetno opasnu bolest listeriozu.

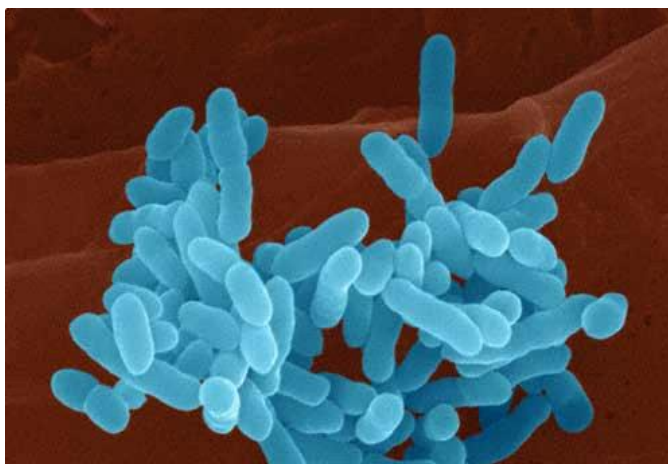


**Slika 6. *Listeria monocytogenes***

Izvor: [http://en.citizendium.org/wiki/listeria\\_monocytogenes](http://en.citizendium.org/wiki/listeria_monocytogenes)

### 3.4. *Proteus* spp.

Vrste *P. vulgaris*, *P. mirabilis*, *P. penneri* su Gram-negativne štapićaste bakterije iz porodice *Enterobacteriaceae* koje kod ljudi uzrokuju urinarne infekcije. Aerobna je bakterija, ali i fakultativni anaerob. *P. vulgaris* nalazimo u probavnom sustavu ljudi, životinja, u tlu, gnojivu prirodnog podrijetla, zagađenim vodama putem kojih mogu inficirati namirnice.



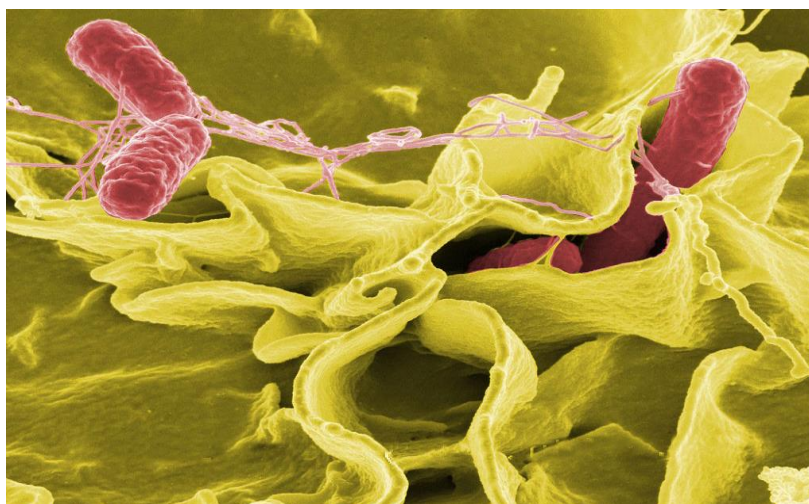
**Slika 7. *Proteus mirabilis***

Izvor: <http://web.uconn.edu/mcbstaff/graf/Student%20presentations/Proteus/Proteus.html>

### 3.5. *Salmonella*

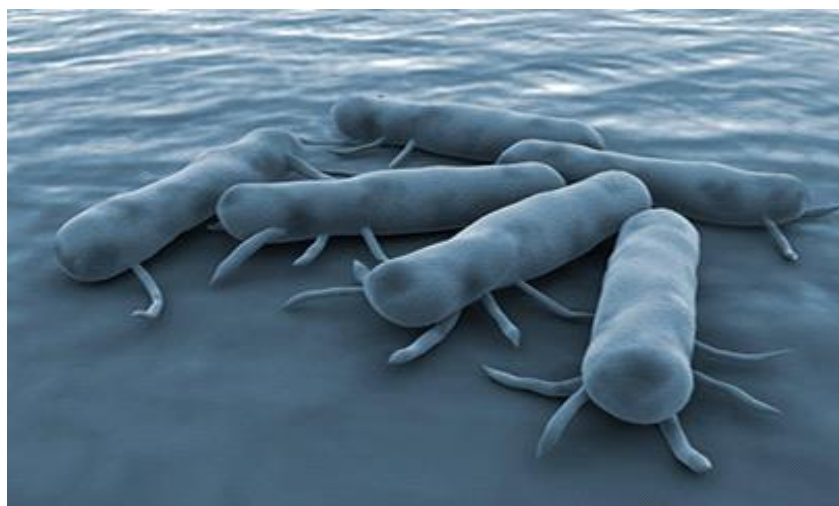
Rod je Gram-negativnih štapićastih bakterija. Salmonele su fakultativni anaerobi, energiju dobivaju reakcijama oksidacije i redukcije organskih spojeva. Ne stvaraju spore. Salmonele se mogu pronaći u mnogim životinjama i ljudima. Pojedine salmonele uzrokuju kod ljudi bolesti koje se nazivaju salmoneloze. Salmonele uzrokuju bolesti kao što su trbušni tifus, paratifusni sindrom.

**Vrste:** *Salmonella enterica* i sedam podvrsta: *enterica* I., *salamae* II, *arizonae* IIIa, *diarizonae* IIIb, *houtenae* IV, *bongori* V, *indica* VI.



**Slika 8. *Salmonella enterica*.**

Izvor: <http://en.wikipedia.org/wiki/Salmonella>

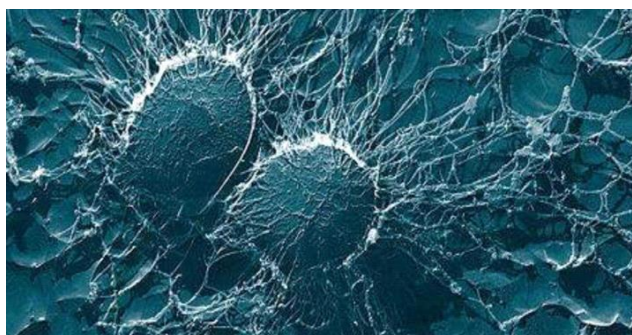


**Slika 9. *Salmonella* spp.**

Izvor: [http://www.foodsafetynews.com/2014/01/salmonella-the-bacterium-part-2/#.VBsc\\_5R\\_v0o](http://www.foodsafetynews.com/2014/01/salmonella-the-bacterium-part-2/#.VBsc_5R_v0o)

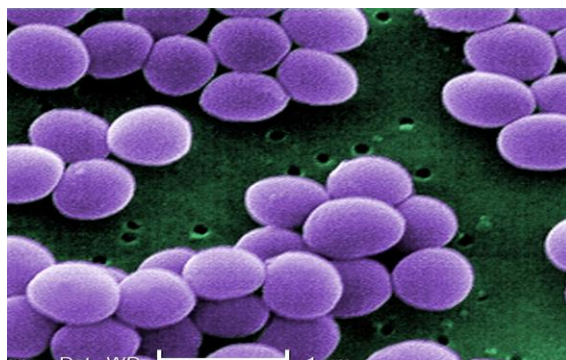
### 3.6. *Staphylococcus*

Rod Gram-pozitivnih bakterija kuglastog oblika koje tvore forme grozdova. Poznato je oko 40 vrsta. Nalazimo ih na koži ljudi i životinja te u tlu. Vrste *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus auricularis*, *Staphylococcus xylosus*. Aerobi su ili fakultativni anaerobi. Napadaju dišni sustav sisavaca i ptica. Ove bakterije proizvode toksine kojima izazivaju trovanje hrane.



**Slika 10. *Staphylococcus aureus***

Izvor: <http://www.bioedonline.org/slides/hot-topics/understanding-methicillin-resistant-staphylococcus-aureus/>



**Slika 11. *Staphylococcus auricularis***

Izvor: <http://floridaagenda.com/2011/12/29/mrsa-staph-infections-on-the-rise/>

### 3.7. *Campylobacter*

Rod je bakterija koji obuhvaća pokretne, zakrivljene, mikroaerofilne gram-negativne bacile, koji mogu uzrokovati septički tromboflebitis, bakterijemiju, endokarditis, osteomijelitis te infekciju umjetnih zglobova i dijareju. Smatra se da su tri vrste patogene za ljude: *Campylobacter fetus* ssp. *fetus*, *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter coli*. Kontakt sa zaraženim divljim ili domaćim životinjama te ingestija kontaminirane hrane (osobito nedovoljno termički obrađenog mesa peradi) ili vode, mogu biti odgovorni za epidemije.



**Slika 12. *Campylobacter fetus***

Izvor: <http://science.howstuffworks.com/life/evolution/natural-selection1.htm>



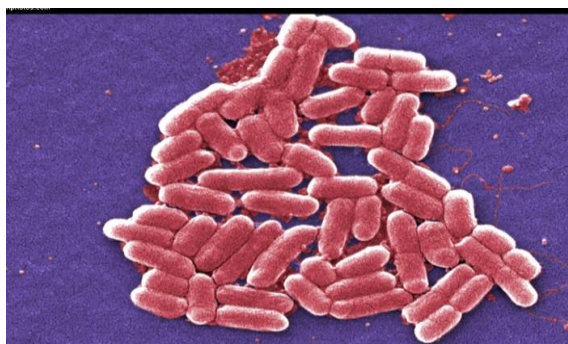
**Slika 13. *Campylobacter jejuni***

Izvor: <http://en.wikipedia.org/wiki/Campylobacter>



### 3.8. *Escherichia coli*

Gram-negativna je štapićasta nesporogena bakterija, fakultativni anaerob iz porodice *Enterobacteriaceae*. nastanjuje gastrointestinalni trakt kod toplokrvnih životinja. *Escherichia coli* bakterija je nužna za pravilnu probavu hrane te sudjeluje u radu crijevne flore. U povišenoj koncentraciji, kod čovjeka može izazvati različite infekcije urinarnog trakta praćene visokom temperaturom. Različite sorte bakterije *Escherichia coli* žive u različitim životinjama pa se s obzirom na to može odrediti odakle potječe pronađeni fekalni materijal. Indikator je onečišćenosti voda.



**Slika 14. *Escherichia coli***

Izvor: <http://www.bacteriainphotos.com/Escherichia%20coli%20electron%20microscopy.html>



**Slika 15. *Escherichia coli***

Izvor: [http://www.foodpoisonjournal.com/food-poisoning-information/everything-you-wanted-to-know-about-e-coli-but-really-didnt/#.VBsfkJR\\_v0o](http://www.foodpoisonjournal.com/food-poisoning-information/everything-you-wanted-to-know-about-e-coli-but-really-didnt/#.VBsfkJR_v0o)

## 4. ZAKLJUČAK

Kako je na samom početku rečeno, čovjek je jedina vrsta iz životinjskog carstva koja teži tome da okoliš i njegove prirodne uvjete do određene mjere prilagodi sebi i svojim potrebama. To postiže na način da kontrolira uzgoj, proizvodnju i preradu namirnica koje su mu potrebne za preživljavanje koliko je to moguće u skladu sa prirodnim zakonitostima, odnosno da ne narušava u potpunosti prirodne biocenoze ili zajednice živih organizama. Prilagođavajući svoja saznanja okolišnim uvjetima koji vladaju, istovremeno uzimajući iz okoliša ono što mu je najpotrebnije u količinama koje je sposoban za sebe i društvo stvoriti, čovjek je došao do novih saznanja tj. na koji način tu istu hranu održati kvalitetnom tj. zdravom za ishranu. Prije svega zdrava hrana ne znači samo hrana koja sadržava potrebne nutrijente za normalno održanje funkcije bilokojeg organizma, već to znači da hrana nije kontaminirana različitim mikrobima koji uzrokuju kvarenje hrane ili hranu čine izvorom opasnih patogena koji ozbiljno mogu narušiti zdravlje ljudi i životinja za koje se ta hrana proizvodi.

Poznavanjem različitih čimbenika razvoja i rasta populacija različitih mikroba, čovjek je, ukoliko se zaista i pridržava preventivnih mjera ili mjera uništavanja izvora kvarenja i bolesti, u mogućnosti osigurati dovoljno ispravne hrane za pučanstvo. U ovom radu, opisani su načini kojima se hrana onečišćava kako u sirovom tako i u prerađenom obliku, načini na koje se to isto može izbjeći u najvećoj mogućoj mjeri, te odgovarajući parametri koji uvjetuju mikrobni rast ili inhibiciju rasta. Također, opisani su i uvjeti čuvanja hrane. Iz svega navedenog slijedi da bez poznavanja osnova uzgoja biljaka i životinja, zaštite dobara, biologije mikroba te uvjeta koji im odgovaraju ili koji sprečavaju njihov rast, kao i bez poznavanja osnovnih i složenijih procesa obrade te čuvanja hrane koji su ovdje opisani, nije moguće postići zadovoljavajuće kriterije zdrave hrane niti ju u konačnici proizvesti.

## **5. POPIS LITERATURE**

### **Knjiga:**

S. Duraković i suradnici: Moderna mikrobiologija namirnica: Osnove i dostignuća; knjiga druga. Kugler, Zagreb, 2001.

### **Tablice:**

Tablica 1. (Izvor: S. Duraković i suradnici: Moderna mikrobiologija namirnica: Osnove i dostignuća; knjiga druga. Kugler, Zagreb, 2001.)

Tablica 2. (Izvor: S. Duraković i suradnici: Moderna mikrobiologija namirnica: Osnove i dostignuća; knjiga druga. Kugler, Zagreb, 2001.)



## 6. POPIS SLIKA

Slika 1. Hlađenje mesa u hladnjači

Slika 2. Prinudno hlađenje

Slika 3. Ormar za sušenje voća 10

Slika 4. Bakterija: *Enterobacter aerogenes*

Slika 5. Bakterija: *Enterococcus* spp.

Slika 6. Bakterija: *Listeria monocytogenes*

Slika 7. Bakterija: *Proteus mirabilis*

Slika 8. Bakterija: *Salmonella enterica* spp.

Slika 9. Bakterija: *Salmonella* spp.

Slika 10. Bakterija: *Staphylococcus aureus*

Slika 11. Bakterija: *Staphylococcus aureus*

Slika 12. Bakterija: *Campylobacter fetus*

Slika 13. Bakterija: *Campylobacter jejuni*

Slika 14. Bakterija: *Escherichia coli*

Slika 15. Bakterija: *Escherichia coli*

## 7. SAŽETAK

Cilj ovog rada je približiti i upoznati načine kojim mikroflora koja nas okružuje kontaminira i mijenja sastav hrane koja nam je neophodna za život u svom zdravom i nepromijenjenom obliku te vrste mikroba koji uzrokuju kvarenje hrane ili djeluju kao patogeni tj. uzročnici su različitih bolesti kod čovjeka i životinja. Također, ovaj rad sadržava opise načina kako spriječiti kontaminaciju do prihvatljivih vrijednosti tj. onih koje ne mogu naštetiti zdravlju čovjeka. Dakako podrijetlo mikroba u različitim namirnicama ili na njima različito je ovisno o unutarnjim i vanjskim parametrima koji utječu na njihov rast, preživljavanje i ugibanje u namirnicama te uvjetima u kojima se namirnice uzgajaju ili čuvaju, a isto vrijedi i za proizvode dobivene od sirovih namirnica. Postupci kojima se namirnice mogu očuvati uključuju duboko zamrzavanje, dehidraciju, kuhanje, pasterizaciju ili sterilizaciju ili se pak koriste hipotonične otopine tj. otopine zasićene šećerom koje konzerviraju namirnicu i omogućavaju njeno duže stajanje. Kod svakog navedenog procesa, izuzetno važna je higijena radnika, alata za obradu, ali i prostora u kojima se namirnice obrađuju ili čuvaju. U uvjetima modificirane atmosfere gdje se koristi nizak stupanj vlažnosti zraka (ovisno o tipu namirnice - voće, povrće) te ugljični dioksid, važno je uvjet održavati u okviru određenih vrijednosti kako bi se izbjegao razvoj i rast mikrobne populacije. Nadalje, imenovani su uzročnici kvarenja hrane kao i patogeni, tabelarnim prikazom ili opisom istih ovisno o vrsti namirnice koju kontaminiraju. Neki od važnijih i učestalih mikroba koji izazivaju kvarenje hrane i/ili koji djeluju kao patogeni, opisani su detaljnije u nastavku rada te su prikazani ilustracijama.

## 8. SUMMARY

The aim of this work is to introduce and to put closer ways how microflora that surrounds us is changing the composition and contaminating food that we need in it's healthy and unaltered form as well as the types of germs that cause food spoilage or act as pathogens that cause the various diseases in humans and animals. Also, this work contains a description of the ways in order how to prevent contamination to acceptable values, that is, those that can not harm human health. Certainly the origin of microbes in or on various commodities varies depending on the internal and external parameters that affect their growth, survival, and death in foods and the conditions in which the food is grown or kept and the same goes for te products obtained from raw foods. Procedures to preserve foods can include deep freezing, dehydrating, cooking, pasteurization or sterilization or using a hypotonic saturated with sugar, which preserve food and provide for it's long standing. In each of the above processes, it is extremely important the hygiene of workers, working tools, but also the space in which the food is processed or stored. IN therms of modified atmosphere where low humidity is used (depending on the type of foods - fruits, vegetables), and carbon dioxide, it is extremely important to maintain the conditions within certain limits so as to avoid the development and growth of the microbial population. Furthermore, agents of food spoilage as well as pathogens have bbe appointed as tabular representation of description thereof, depending on the type of foods that become contaminated. Some of the most important and frequent microbes that cause food spoilage and / or acting pathogens, are described in more detail in the reminder of this work and are also presented with the illustrations.

## 9. TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište J.J. Strossmayera

Poljoprivedni fakultet u Osijeku

### Završni rad

#### BAKTERIJE KAO NAJČEŠĆI UZROČNICI KVARENJA NAMIRNICA BILJNOG I ŽIVOTINJSKOG PODRIJETLA

Zvonimir Gregić

### Sažetak:

Cilj ovog rada je približiti i upoznati načine kojim mikroflora koja nas okružuje kontaminira i mijenja sastav hrane koja nam je neophodna za život u svom zdravom i nepromijenjenom obliku te vrste mikroba koji uzrokuju kvarenje hrane ili djeluju kao patogeni tj. uzročnici su različitih bolesti kod čovjeka i životinja. Također, ovaj rad sadržava opise načina kako spriječiti kontaminaciju do prihvatljivih vrijednosti tj. onih koje ne mogu naštetiti zdravlju čovjeka. Dakako podrijetlo mikroba u različitim namirnicama ili na njima različito je ovisno o unutarnjim i vanjskim parametrima koji utječu na njihov rast, preživljavanje i ugibanje u namirnicama te uvjetima u kojima se namirnice uzgajaju ili čuvaju, a isto vrijedi i za proizvode dobivene od sirovih namirnica. Postupci kojima se namirnice mogu očuvati uključuju duboko zamrzavanje, dehidraciju, kuhanje, pasterizaciju ili sterilizaciju ili se pak koriste hipotonične otopine tj. otopine zasićene šećerom koje konzerviraju namirnicu i omogućavaju njeno duže stajanje. Kod svakog navedenog procesa, izuzetno važna je higijena radnika, alata za obradu, ali i prostora u kojima se namirnice obrađuju ili čuvaju. U uvjetima modificirane atmosfere gdje se koristi nizak stupanj vlažnosti zraka (ovisno o tipu namirnice - voće, povrće) te ugljični dioksid, važno je uvijek održavati u okviru određenih vrijednosti kako bi se izbjegao razvoj i rast mikrobne populacije. Nadalje, imenovani su uzročnici kvarenja hrane kao i patogeni, tabelarnim prikazom ili opisom istih ovisno o vrsti namirnice koju kontaminiraju. Neki od važnijih i učestalih mikroba koji izazivaju kvarenje hrane i/ili koji djeluju kao patogeni, opisani su detaljnije u nastavku rada te su prikazani ilustracijama.

### Summary:

The aim of this work is to introduce and to put closer ways how microflora that surrounds us is changing the composition and contaminating food that we need in it's healthy and unaltered form as well as the types of germs that cause food spoilage or act as pathogens that cause the various diseases in humans and animals. Also, this work contains a description of the ways in order how to prevent contamination to acceptable values, that is, those that can not harm human health. Certainly the origin of microbes in or on various commodities varies depending on the internal and external parameters that affect their growth, survival, and death in foods and the conditions in which the food is grown or kept and the same goes for te products obtained from raw foods. Procedures to preserve foods can include deep freezing, dehydrating, cooking, pasteurization or sterilization or using a hypotonic saturated with sugar, which preserve food and provide for it's long standing. In each of the above processes, it is extremely important the hygiene of workers, working tools, but also the space in which the food is processed or stored. In therms of modified atmosphere where low humidity is used (depending on the type of foods - fruits, vegetables), and carbon dioxide, it is extremely important to maintain the conditions within certain limits so as to avoid the development and growth of the microbial population. Furthermore, agents of food spoilage as well as pathogens have bbe appointed as tabular representation of description thereof, depending on the type of foods that become contaminated. Some of the most important and frequent microbes that cause food spoilage and / or acting pathogens, are described in more detail in the reminder of this work and are also presented with the illustrations.